

# Презентация доклада Мисюченко И.

На соискание степени Мастера ТРИЗ - практика



Санкт-Петербург, 17 августа 2020 года

# Вместо введения. ТРИЗ – ЭТО МАГИЯ

Разумеется, ТРИЗ – это методика, наследие Г. С. Альтшуллера, на наших глазах вырастающая в настоящую науку, это теория, технология, это практика, это тысячи специалистов решающих каждый день тысячи сложных задач. Всё это так. Но за этой повседневной ТРИЗ-рутиной мы зачастую забываем очень важную компоненту, ту компоненту, которая заставила А. Кларка заявить *«Любая достаточно развитая технология неотличима от магии»*. И сегодня я бы хотел коснуться именно этой, самой захватывающей её стороны. Не превращать наше общение в скучный доклад о бесконечных выполненных проектах, десятках частных технических решений и сотнях вторичных задач. А попытаться показать вспышки красоты и силы этого потрясающего инструмента Познания.

# Немного о себе

- Подробное CV приведено в Заявке, а здесь расскажу очень кратко.
- Закончил Питерский Политех, РФФ, кафедра физики полупроводников, занимался ИК-лазерами на дипломе. Первое знакомство с ТРИЗ. Поверхностное. Затем работал инженером-электронщиком в ААНИИ в отделе физики льда и океана. Оптические приборы, акустические и микроконтроллеры. Разработал монитор напряженных состояний морского льда. Затем перешел в научные сотрудники. Параллельно работал в КГФИ (и программистом, и электронщиком и аналитиком). Военная гидроакустика. Первые патенты. В основном закрытые. Три законченных проекта (для береговой станции, для субмарин и минных тральщиков). Параллельно работал в ООО «Морские компьютерные системы». Учились обнаруживать и мониторить разливы нефти. Также несколько проектов, 3 патента, публикации, создана и внедрена реальная система мониторинга разливов.
- В 2002 г. начал работать в НИЦ «Алгоритм» (СПб) и GEN3 (Бостон). Прошёл несколько курсов Любомирского, выполнил 12 ТРИЗ-проектов, практически в каждом было подано по 3-4 заявки, получены патенты. Там же получил 3-й уровень в рамках МАТРИЗ. Готовился на 4-й, не успел – перешел в компанию «Healbe». С сильным ТРИЗовским костяком (на тот момент). 9 лет работаю в этой компании, 12 патентов. ТРИЗ в работе применял, применяю и буду применять даже если руководству это не очень нравится. В настоящий момент имею 4-й уровень ТРИЗ, 47 открытых патентов (всего 51), 13 статей в рецензируемых изданиях, активно выступаю на конференциях, в основном ТРИЗ-саммит.
- С института увлеченно занимаюсь физикой, несколько статей в рецензируемых изданиях, одна книжка и масса материалов для различных нерецензируемых СМИ. Занимаюсь и теорией и экспериментом. В настоящее время уже есть цитирование, [индекс](#) Хирша – 8. Увлекают различные «проклятые» проблемы физики (да и науки в целом), на данный момент выработал определенное физическое мировоззрение, в рамках которого и продолжаю работать.

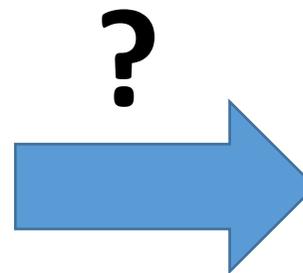
# Вместо оглавления

- Я хочу привести три примера применения ТРИЗ, результаты которых похожи на ту самую магию, о которой говорил А. Кларк
- Начну с техники, покажу как в области техники работает самый глубокий тримминг
- Второй пример - из области экспериментальной физики, в котором последовательное применение инструментов ТРИЗ приводит к, казалось бы, парадоксальному экспериментальному результату.
- Третий пример – из области чисто теоретической физики, в котором к объектам теории применяется и глубокий тримминг из первого примера и уже полученный во-втором примере экспериментальный результат
- Таким образом все три примера оказываются глубоко внутренне связанными и демонстрируют почти неограниченную силу Методики не только в сфере техники и материальных объектов, но и в области чистой теории, где объектами выступают нематериальные идеи, формулы, концепции.

# Магия ТРИЗ в технике



Типовой лабораторный измеритель импеданса E7-30



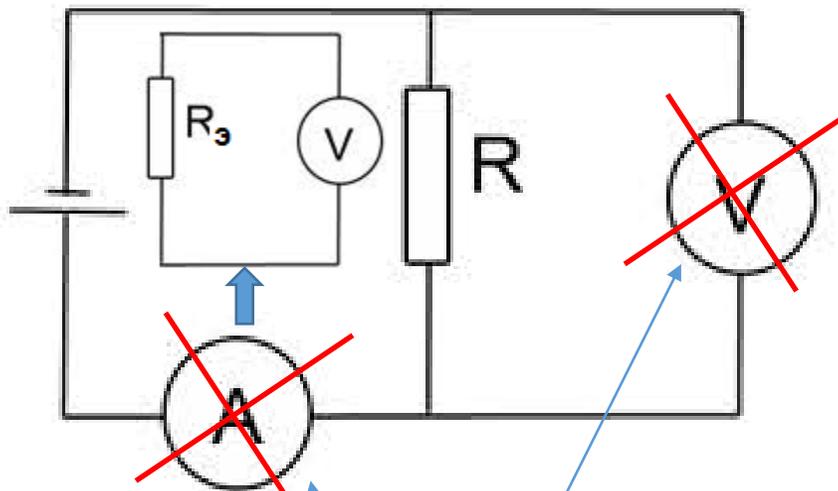
Умные часы с сенсором биоимпеданса (разработка автора)

*Как засунуть технологию измерения спектра импеданса (человеческого тела) в маленькие наручные часы, не потеряв при этом точности, разрешающей способности, скорости измерений да ещё не потратив и 1\$? Возможно ли это в принципе? И если да, то каким чудом?*

# Магия ТРИЗ в технике

- По-видимому, бесполезно просто миниатюризировать или свёртывать один за другим сотни компонент и узлов лабораторного прибора. Лет 100 потратим. Но и просто поменять принцип действия – вряд ли получится. Уж больно он фундаментален, в его основе великий Закон Ома:  $Z=U/I$
- Что делать? Метод есть. Сверхглубокий тримминг. Это как? А мы для начала просто *выкинем из исходной системы всё, что не касается напрямую принципа действия.*
- Что в сухом остатке? Источник напряжения, объект измерений (в нашем случае участок тела человека между электродами) и измеритель тока (амперметр). Зная напряжение и измерив ток – получим сопротивление.
- И всё равно осталось лишнее: целых два разных прибора, вольтметр и амперметр. Продолжим тримминг. Можно обойтись одним? Да, если измерить падение напряжения на эталонном сопротивлении  $Rэ$ , то ещё раз применив всё тот же закон Ома  $I=U/Rэ$ , мы получим ток  $I$ . А в качестве источника переменного напряжения и точного быстрого вольтметра – мы можем использовать тот компонент, который есть в каждом носимом устройстве. Микроконтроллер. Он содержит внутри себя и генераторы и аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Т.е. всё необходимое.

# Магия ТРИЗ в технике



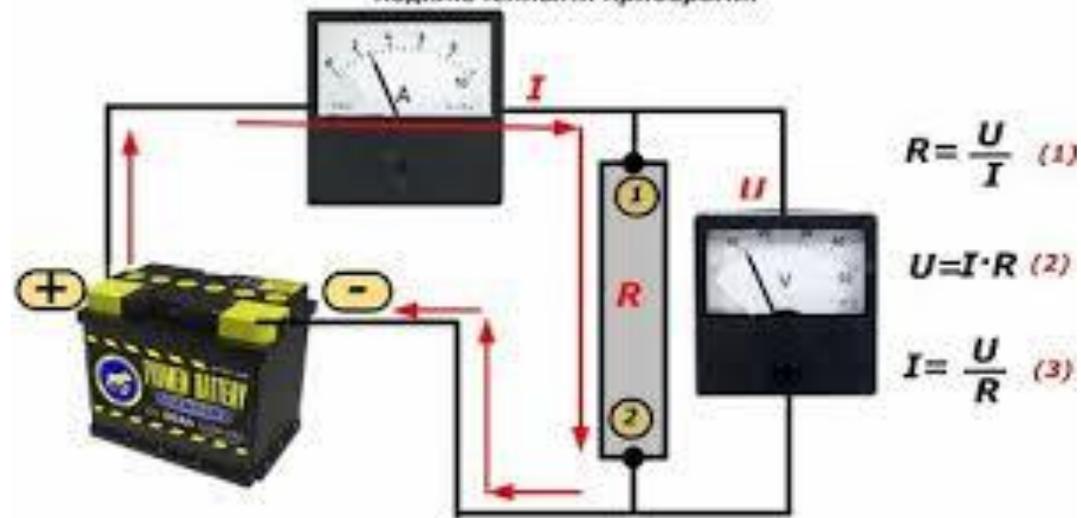
Приём 1: выделение принципа действия системы

Приём 2: свертывание (тримминг)

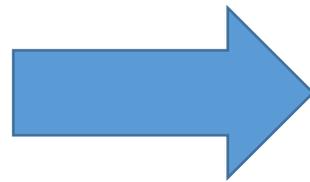
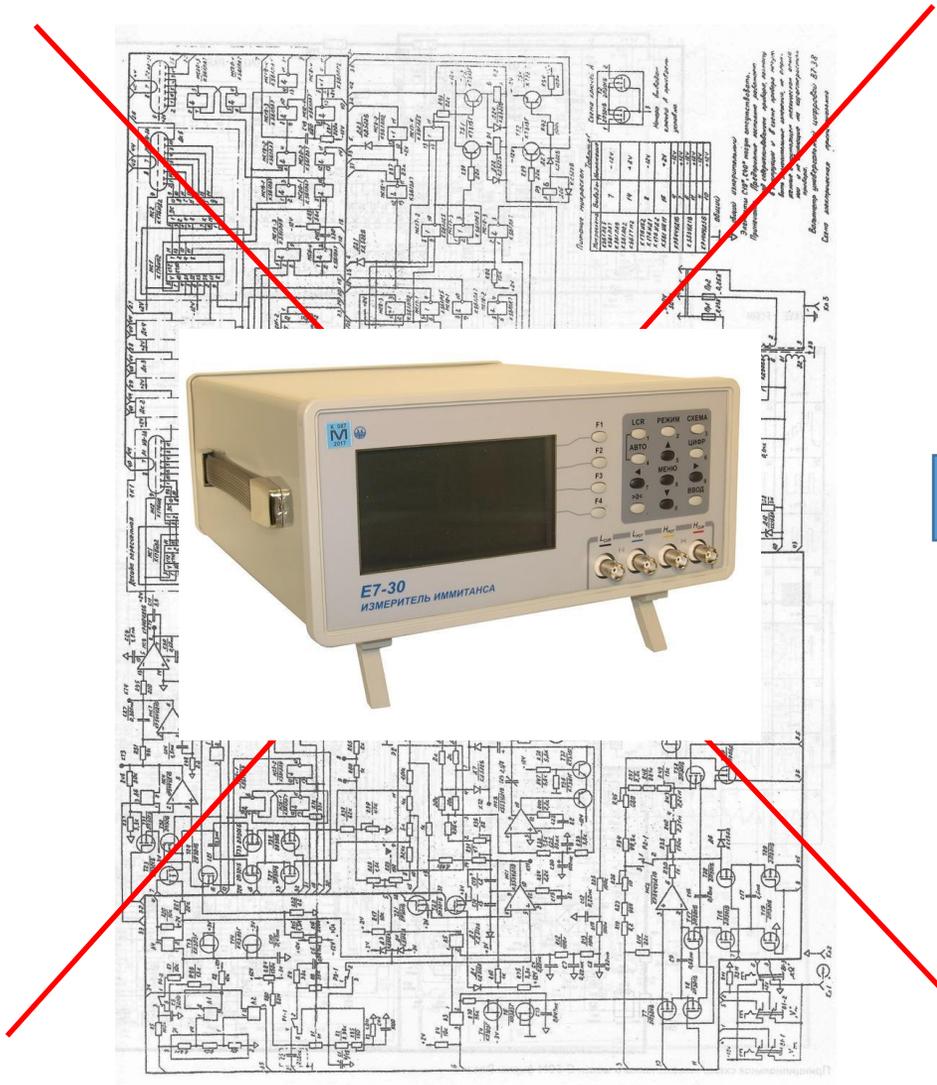
Приём 3: заменить измерение изменением

- Принцип действия прибора в «чистом виде»

3 Принципиальная схема участка цепи, демонстрирующая закон Ома с подключенными приборами.



# Магия ТРИЗ в технике



# Магия ТРИЗ в экспериментальной науке

- В результате теоретических исследований в рамках одной из научных работ, автор пришёл к выводу, что электромагнитная индукция вызывается **не** изменением магнитного поля **B**, как всех нас учили в школах и ВУЗах:
- (1)  $E = -d\Phi/dt = -S \cdot dB/dt$ . (Изменение потока магнитного поля через замкнутый контур вызывает появление в контуре ЭДС, пропорциональной скорости изменения потока)
- А вызывается она на самом деле только и исключительно изменением векторного потенциала **A** во времени:
- (2)  $E = -dA/dt$  (напряженность поля индукции пропорциональна скорости изменения **A**)
- Однако, магнитное поле **B** связано с векторным потенциалом **A** известной формулой:
- (3)  $B = \text{rot}(A)$
- Поэтому мы всегда наблюдаем какое-то магнитное поле **B** во всех известных экспериментах и у нас возникает ложная уверенность, что тезис (1) непогрешим.
- **Задача для ученого-экспериментатора:** как экспериментально доказать тезис (2) и опровергнуть тезис (1)?

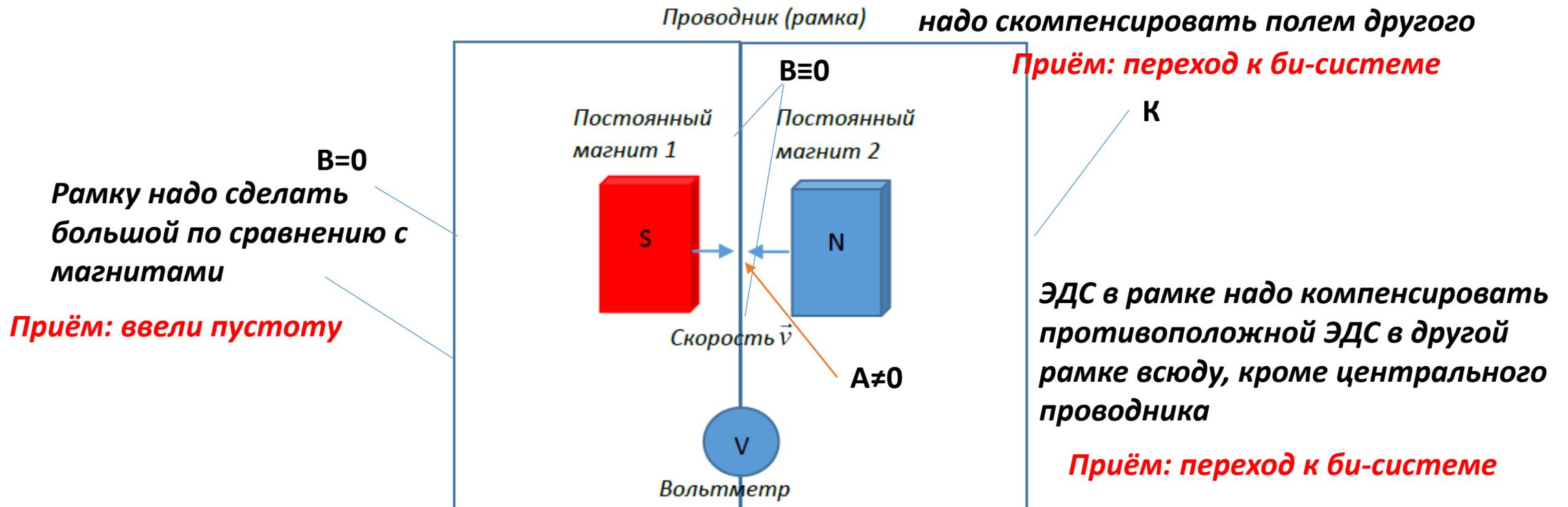
# Магия ТРИЗ в экспериментальной науке

- Для этого нужно будет создать некую экспериментальную установку, в которой будет какой-то проводящий контур **K**, какой-то источник векторного потенциала **A**, изменяющийся во времени, и всё это должно быть устроено так, что никакого магнитного поля **B** ни в какой точке проводящего контура **K** ни в какой момент времени не будет.
- После этого надо измерить электрический потенциал в контуре, возникающий при изменении векторного потенциала **A** в отсутствии магнитного поля **B**. Тем самым мы докажем, что ЭДС индукции возникает под действием изменения именно векторного потенциала **A**, а вовсе не магнитного поля **B**. Задача будет решена.

# Магия ТРИЗ в экспериментальной науке

- Как сделать такой магнит, который создавал бы вектор-потенциал  $\mathbf{A}$  в какой-то области пространства, но так, чтобы  $\mathbf{B}=\text{rot}(\mathbf{A})=0$ . Техническое противоречие – ни один известный магнит такого эффекта не создаёт, а создать надо. Идём по ЗРТС: *моносистема-бисистема-полисистема*. Т.е. пытаемся использовать не один, а два магнита. Если магниты расположить так, как на рисунке, то на линии между ними  $\mathbf{B}=0$  (т.е. магнитного поля нет). Что будет с вектор-потенциалом? Он есть и зависит от параметров магнитов и *расстояния* до них.

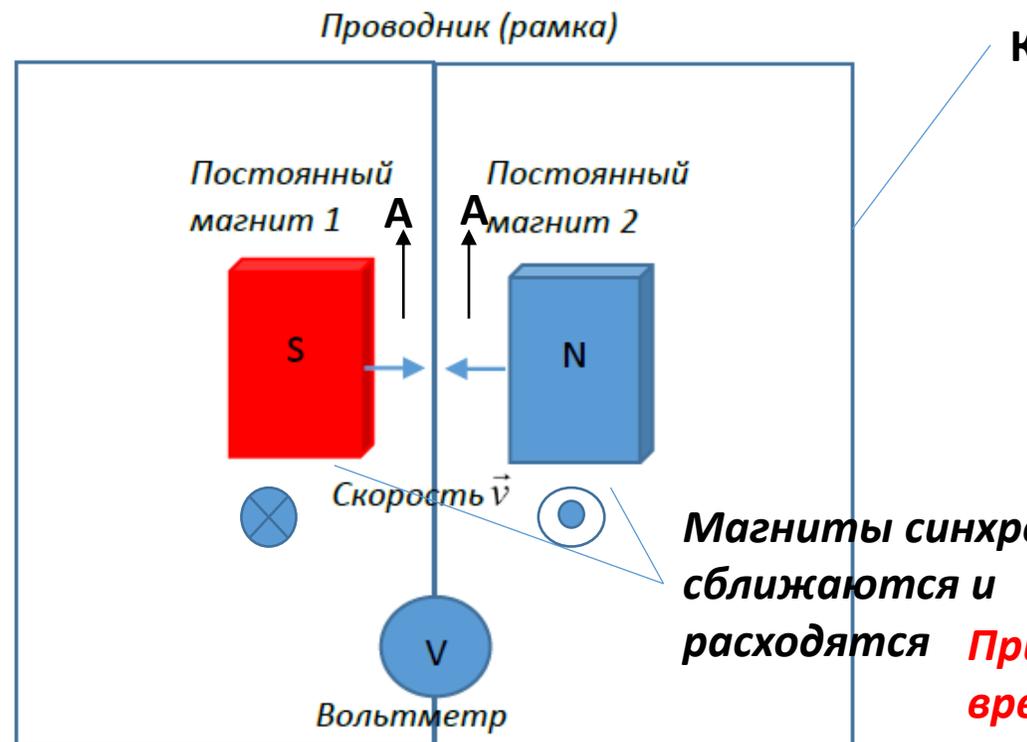
*Магнитное поле одного магнита надо скомпенсировать полем другого*



# Магия ТРИЗ в экспериментальной науке

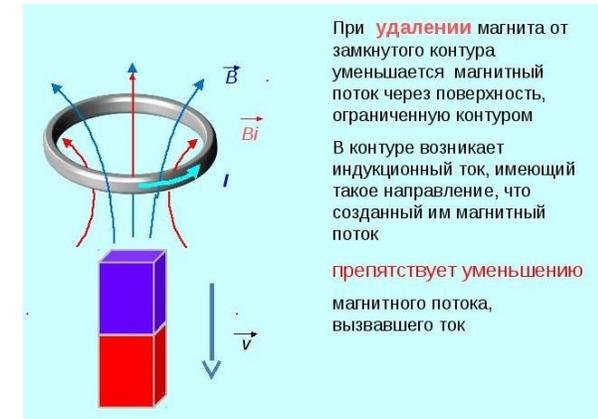
- Конфигурацию создали. Линию, где имеются нужные условия определили. А как теперь заставить вектор  $\mathbf{A}$  изменяться во времени? *Приём: заменим время – пространством.* Надо двигать магниты относительно средней линии  $\mathbf{K}$ . То приближать, то удалять. Но как их двигать так, чтобы  $\mathbf{B}$  всегда оставалось нулевым? *Приём: использовать симметрию.* Т.е. двигать магниты синхронно, так, чтобы средняя линия  $\mathbf{K}$  всегда оставалась точно посередине между ними. Тогда нужные нам условия не нарушатся, магнитного поля  $\mathbf{B}$  в оперативной зоне не будет, а вектор  $\mathbf{A}$  будет и будет изменяться во времени.

**Вектор  $\mathbf{A}$  изменяется при движении магнитов, а магнитное поле  $\mathbf{B}$  всегда остаётся скомпенсированным (нулевым)**

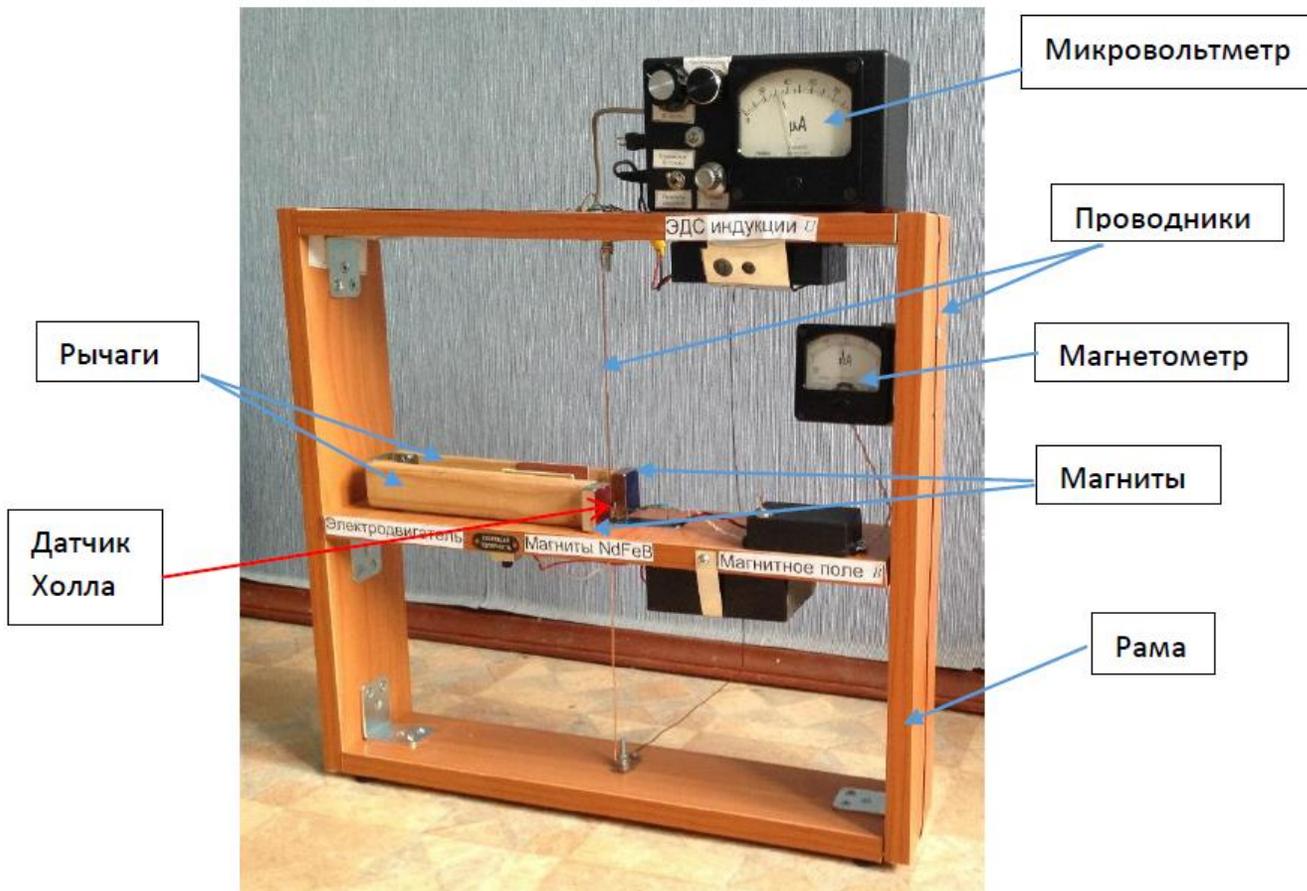


**Магниты синхронно сближаются и расходятся**

**Приём: согласование во времени и пространстве на основе симметрии**



# Магия ТРИЗ в экспериментальной науке



- Создали конфигурацию и придумали технологию изменения вектор-потенциала **A**. Прекрасно. В проводнике **K** теперь ожидаем ЭДС индукции при синхронном сближении-удалении магнитов. Но как её измерить, ведь линия **K** представляет собой лишь отрезок, а измерение ЭДС возможно лишь в *замкнутом* контуре? Если же мы замкнём контур другими проводниками, то они пройдут в тех зонах, где магнитное поле **B** есть и чистого эксперимента не получится. Что делать? *Вторичная задача*: как сделать так, чтобы «технические» проводники, соединяющие вольтметр с проводником **K** не подвергались бы действию магнитного поля? Приём: ввести «пустоту», т.е. увеличить расстояние. Пользуясь тем, что проводник **K** никак не ограничен по длине, мы можем в эксперименте сделать его настолько длинным, что подводящие проводники от вольтметра будут проходить очень далеко от магнитов. Магнитное поле быстро затухает с расстоянием, соответственно, при достаточно большой длине проводника **K** им можно смело пренебречь.

# Магия ТРИЗ в экспериментальной науке

- Установка разработана, создана и [работает](#). Что же показал эксперимент?
- 1. Магнитного поля **B** ни в какой точке никакого проводника действительно никогда нет. Измерили магнитометром и убедились.
- 2. Когда магниты сближаются-расходятся, то вольтметром уверенно регистрируется ЭДС, пропорциональная скорости движения магнитов.
- 3. Если один из магнитов остановить, то сильное изменяющееся магнитное поле на среднем участке проводника **K** появляется, но регистрируемая ЭДС не увеличивается, а ровно вдвое *уменьшается*.
- Итак, исходный тезис экспериментально **доказан**: индукция возникает вовсе не из-за изменения магнитного поля **B**, как принято было считать около 200 лет, а исключительно из-за изменения векторного потенциала **A** во времени. Что некоторые учёные и предполагали около 100 лет назад, но не смогли доказать. На самом деле у них всё было для доказательства, но они не владели эффективной изобретательской методикой, такой как ТРИЗ.

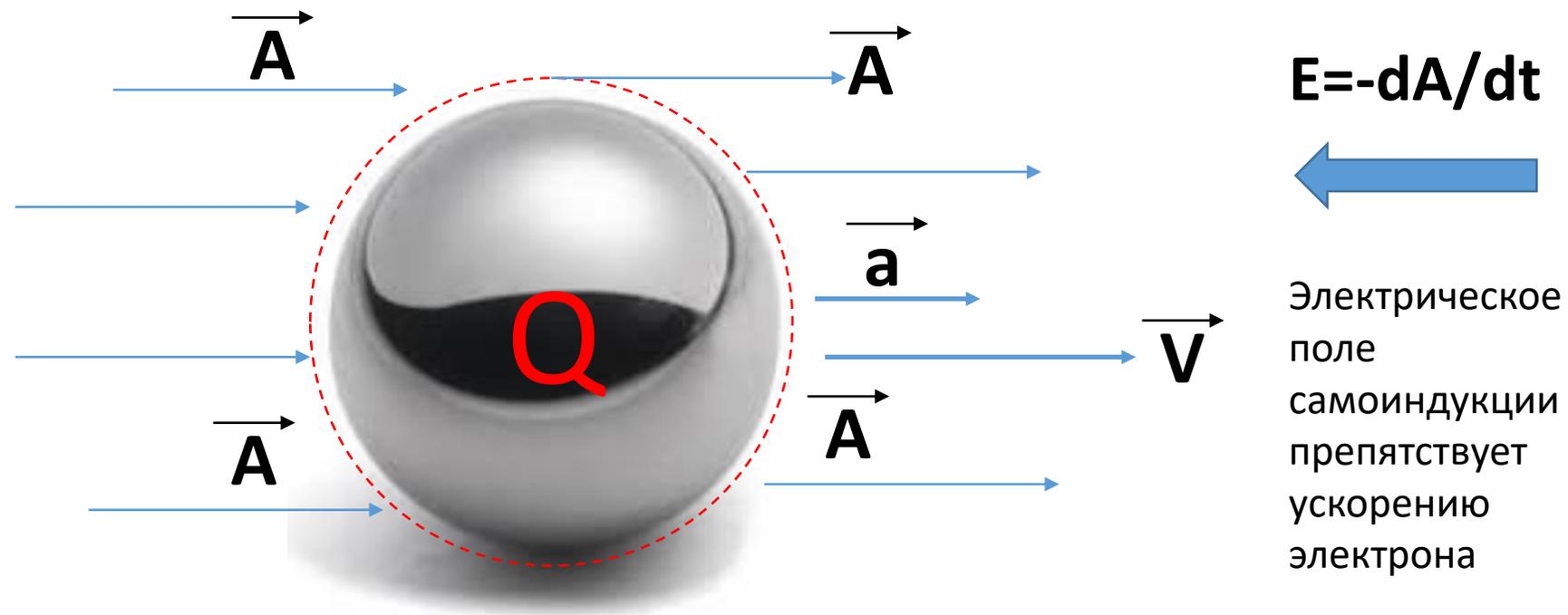
# Магия ТРИЗ в теоретической науке

- Законы Ньютона устанавливают то, *по каким правилам* работает **механическая инерция**. Но они совершенно не объясняют физический механизм её возникновения. Не отвечают на вопрос «*как именно она работает?*»
- Множество попыток совершили учёные за 300 лет существования этой загадки. Загадка так и осталась «проклятой». В конце концов ученые просто смирились с тем, что инерция всегда есть, установили ещё более точные и тонкие законы её действия и всё.
- Автор поставил задачу: *выяснить, каков физический механизм инерции вещества, как именно и почему она возникает.*
- Автор понимал, что за 300 лет безуспешных попыток к этой задаче приложили руку величайшие умы человечества, такие как Ньютон, Томсон, Лоренц, Зоммерфельд, Фейнман, Эйнштейн... Трудно рассчитывать, что можно быть просто умнее их всех. Нужен какой-то мощный инструмент, которого у всех этих великих людей просто не было.

# Магия ТРИЗ в теоретической науке

- **State of art.**
- Вначале надо изучить, что было сделано до меня в попытках понять физический механизм инерции. И первым был Томсон – первооткрыватель электрона. Он сразу заметил, что если электрон движется ускоренно, то это ток, причём переменный (изменяющийся). А раз так, то должно работать явление *самоиндукции*, которое всегда сопровождает любые изменения тока. И это явление всегда *препятствует* изменению тока. Не в нём ли причина инерции? Он даже попытался вывести формулу инерционной массы электрона (и был потрясающе близок к истине!). Это была первая попытка создать электромагнитную теорию массы. Увы, последующие работы Зоммерфельда, Пуанкаре, Фейнмана и других выявили проблему, получившую название «проблема  $4/3$ ». Как ни старались учёные, масса электрона оказывалась на треть больше, чем должна быть. Отсюда возникли идеи о наличии в электроне «отрицательной» массы и куча других идей, из которых ни одна не стала общепризнанной. Так и осталась инерционная масса просто «богоданной сущностью» всякой материи. Но ведь механизм-то Томсона был ясный, понятный и основанный исключительно на проверенных фактах – свойствах любого тока. Изучение State of Art – это классический **бенчмаркинг**, применяемый в ТРИЗ. Так и делаем, берём все известные теории на эту тему и сравниваем. Есть очень сложные, есть – с кучей произвольных допущений, с введением новых сущностей. Проранжировали и видим – наилучшая теория у Томсона. Она же – исходная, первоначальная.

# Магия ТРИЗ в теоретической науке



**Модель электрона Томсона, механизм инерции и оперативная зона**

# Магия ТРИЗ в теоретической науке

- **What's wrong?**
- Что пошло не так? Надо провести ПСА и выяснить в чём «корень зла». Дело в том, что все попытки вывести электромагнитную массу базировались на ... «магнитном поле». В т.ч. и у Томсона. И числа за 100 лет так и не сошлись, несмотря на, казалось бы, железную логику рассуждений. А помните вышеописанный *эксперимент*? Он доказывает, что индукция (и самоиндукция) лежащая в основе «механизма инерции Томсона» обусловлена вовсе не магнитным полем  $B$ , а исключительно векторным потенциалом  $A$ . Так не выбросить ли на свалку истории все попытки великих физиков объяснить инерцию (массу) электрона через магнитное поле? Вернутся к изначальной идее Томсона, к базовому принципу (вот он – *глубокий тримминг* в теории!) и пройти весь путь заново, но не привлекая «магнитное поле». Помните, как в первом примере (из техники) такой ход привёл к фантастическому упрощению системы и снижению затрат? Можем повторить. Что для этого надо? Простой механизм Томсона выразить через вектор-потенциал  $A$ .

# Магия ТРИЗ в теоретической науке

Попытаемся вывести кинетическую энергию и массу движущегося электрона из электродинамики



И видим, что выражение для энергии электромагнитного поля движущегося электрона в точности равно механической энергии  $K$  движущегося со скоростью  $v$  электрона с механической массой  $m_0$

И тогда массу электрона  $m_0$  можно выразить через его заряд и эффективный размер:  $m_0 = \frac{\mu_0}{8\pi} \cdot \frac{q^2}{r_e}$

# Магия ТРИЗ в теоретической науке

- Итак, мы получили правильное и точное значение массы электрона, без всяких там «лишних третей» и без единой натяжки, без привлечения гипотез и новых сущностей. Все шаги (1)-(8) сделаны исключительно с использованием «железобетонных» научных результатов, давно вошедших во все учебники физики.
- Почему у нас сейчас получилось то, что за 100 лет ни у кого не получилось? Да потому, что применили не только конкретные приёмы ТРИЗ, но, и это главное, применили дух ТРИЗ. За множеством вторичных проблем отыскали ключевую – неправильное использование понятия «магнитное поле» в контексте явления электромагнитной индукции. И обошлись, наконец-то, без него.
- Можно было это сделать в конце 19-го века, во времена Томсона? Самое удивительное, что да, можно было. Все формулы (1-8) давно были известны, вектор-потенциал давно введён в науку, связь его с индукцией установлена. Что помешало? Вера в объективность понятия «магнитное поле», по сути, *к задержке выяснения природы инерции привела .... инерция мышления.*

# Магия ТРИЗ в теоретической науке

- Полученное решение «проклятой» проблемы инерции изложено в статье и опубликовано в серьёзных рецензируемых [изданиях](#), доложено на [конференциях](#) PIERS, вошло уже даже в отдельные учебники по [электродинамике](#). В общем, стало-таки достоянием современной науки. С опозданием на 100 лет.

# Вместо заключения. Что такое ТРИЗ для меня лично?

- За долгие годы использования ТРИЗ в самых разных областях науки, техники, технологий и организационной деятельности я, конечно, освоил «уровень ремесла». Применял сотни раз инструменты этой методики и там и сям. И так и эдак. Но самые поразительные результаты мне удавалось получить только тогда, когда я применял ТРИЗ ... к самому себе! И тогда я задумался и вывел лаконичную формулу: для меня ТРИЗ – это *искусство управления сознанием*.
- Суть этого искусства проста и невероятно сильна: отбрось всё лишнее, сосредоточь всё своё внимание на задаче, меняй уровни сознания от самого верхнего до самого нижнего, от космической высоты взгляда до микроскопического устройства самых крохотных деталей, усмири инерцию мышления и позволь ему парить легко и непринужденно, меняя модели, способы мышления и восприятия. Будь настороже – озарение может промелькнуть внезапно, во время самых, казалось бы рутинных процедур. Не упusti его! Ухвати удачу за хвост. Методика – это шанс получить шанс, но настоящую магию - творим мы сами. Конечно, с помощью Методики.